

Negativ energibalans hos Mjölkkor; Mätmetoder och Förebyggande Management



Veronica Furenbäck

Negativ energibalans hos Mjölkcor; Mätmetoder och Förebyggande Management

Negative energy balance in Dairy cows; Measuring Methods' and management preventing

Veronica Furenbäck

Handledare: Cecilia Kronqvist, SLU, Institutionen för Husdjurens utfodring och vård

Bitr. Handledare:

Examinator: Kjell Holtenius, SLU, Institutionen för Husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0553

Program: Agronomprogrammet - Husdjur

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Husdjurens utfodring och vård, 601

Omslagsbild: (Veronica Furenbäck)

Nyckelord: β -hydroxybutyrat, BHB, Fria fettsyror, NEFA, Sinperiod, Övergångsperiod

Key words: β -hydroxybutyrate, BHB, Non-esterified fatty acid, NEFA, Dry period, Transitionperiod

Sammanfattning

En trend idag är att antalet mjölkkor minskar och mjölmängden per ko ökar. Mjölkkavkastningen per ko har ökat med hjälp av genetiska framsteg, bättre utfodring och management. När mjölkproduktionen startar runt kalvning krävs det ett större näringsbehov som kon inte kan tillgodose genom intag av föda. Det gör att kon hamnar i negativ energibalans och kan utveckla metaboliska sjukdomar så som ketos och löpmagsomvridning. Kon kompenserar detta med mobilisering av de egna fettreserverna för att få tillgång till energi vilket leder till minskat hull.

För att skatta om kon befinner sig i negativ energibalans så finns det två lämpliga metaboliter; β -hydroxybutyrat och fria fettsyror. β -hydroxybutyrat som kan testas genom blodprov men också i mjölk och urin efter kalvning. Fria fettsyror testas genom blodprov och detta kan även göras innan kalvning för att få ett säkert resultat som visar hur lågt kon har hamnat i negativ energibalans. Kor som utvecklar negativ energibalans har en lägre fettprocent i mjölk under de första laktationsveckorna, den låga fettprocenten kan därför vara en parameter som kan användas för att indikera att kon är i negativ energibalans.

Managementmetoder som kan förebygga negativ energibalans kan vara kontrollerad energifoderstat och att tillsätta fett i foderstaten under sinperioden, förkorta eller ta bort sinperioden och förlänga kalvningsintervallet. Detta borde förespråkas till lantbrukare för att få en hållbar ko som producerar mjölk utifrån sin förmåga utan att bli sjuk samt att mjölkföretagen får en högre ekonomisk vinst.

Nyckelord: β -hydroxybutyrat, BHB, Fria fettsyror, NEFA, Sinperiod, Övergångsperiod

Abstract

Today the number of cows is decreasing but at the same time the milk production per cow is increasing. Genetic progress, better feeding and management have achieved increased milk production per cow. When the cow begins to produce milk it results in increased nutritional requirements that the cow cannot cover by feed intake and the cow can therefore risk to get into negative energy balance that if severe can lead to metabolic disorders like ketosis and displaced abomasum. The cow starts to mobilize fat and resorts to get energy, which in turn can lead to weight loss.

To estimate negative energy balance there are two reliable metabolites; β -hydroxybutyrate and non-esterified fatty acid. β -hydroxybutyrate are tested in blood and also in milk and urine postpartum. Non-esterified fatty acid test takes only from blood and can also be tested prepartum to get a trustworthy result. Cows that experience negative energy balance in early lactation have a low milk fat percentage, this low fat percentage in milk can be a parameter to indicate if the cow experiences negative energy balance.

To prevent negative energy balance different management methods can be used such as; controlled energy diet and/or inclusion of extra fat in diet during dry period, short or removed dry period and extended lactation. These methods should be promoted to farmers to get a sustainable cow that produces milk on the basis of her ability without sicknesses and to get an increased profit for the farmers.

Keywords: β -hydroxybutyrate, BHB, Non-esterified fatty acid, NEFA, Dry period, Transition period,

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Negativ energibalans och metaboliska sjukdomar	9
2.1	Ketos och fettlever	10
2.2	Vänstersidig löpmagsförskjutning	10
3	Metoder för att skatta negativ energibalans	12
3.1	BHB- och NEFA test	12
3.2	BCS	14
3.3	Fetthalt i mjölk	15
4	Förebyggande Managementmetoder	16
4.1	Begränsad energitillförsel under sinperioden och sinperiodens längd	16
4.2	Tillsatt fett i foderstat	17
4.3	Längre kalvningsintervall	18
5	Diskussion	19
6	Slutsats	22
	Referenslista	23

1 Inledning

Laktationskurvan hos en mjölkko når sin topp vid 8 veckor efter kalvning och efter toppen sjunker mjölkproduktionen med omkring 2 % i veckan (Knight, 2001). Lantbrukaren sinlägger korna vanligtvis 2 månader innan beräknad kalvning även om de fortfarande producerar mjölk. Sinperioden kan anses vara en vilofas mellan laktationer men fysiologiskt och hormonellt händer det mycket i kons kropp som ställer höga näringsmässiga krav. Under sinperioden är kon dräktig och det påverkar energibalansen då fosterutveckling har ett högt krav på energi, protein och mineraler (Goff & Horst, 1997). Övergångsperioden från att vara en dräktig ko som inte är lakterande till att kalva och börja producera mjölk medför en stor påfrestning för en mjölkko (Goff & Horst, 1997; Drackley, 1999; Knight, 2001; Oltenacu & Broom, 2010; Bell, 2014). Begreppet övergångsperioden omfattar 3 veckor innan kalvning och 3 veckor efter kalvning (Drackley, 1999). Det är under övergångsperioden risken är som störst för metaboliska sjukdomar så som ketos och löpmagsförskjutning. Ökad mjölkproduktion per ko har skett genom genetiska framsteg samt förbättrad utfodring och management (Oltenacu & Broom, 2010). Exempelvis ökade medelavkastningen för Svensk rödbrokig boskap i Sverige från 6030 kg/år/ko till 9529 kg/år/ko mellan år 1980 och 2015 (Växa Sverige, 2016). Mjölkproduktionen ger ett ökat näringsbehov som inte kan täckas genom intag av foder, vilket gör att kon hamnar i negativ energibalans (NEB) och mobilisering av fettreserver sker för att få tillgång till energi (Goff & Horst, 1997). Generellt upplever mjölkkor i tidig laktation NEB (De Vries & Veerkamp, 2000) men vissa individer faller djupare i NEB och det kan orsaka stora påfrestningar som metaboliska sjukdomar.

Syftet med denna litteraturstudie är att förklara vad NEB är och att nämna metaboliska sjukdomar som är kopplade till högre halter av metaboliter som kan mätas för att skatta NEB. Syftet är även att beskriva vilka metoder som finns för att skatta negativ energibalans hos mjölkkor samt att undersöka vilka management-metoder som förebygger djup NEB som har givit resultat. Frågor som ska besvaras är: Vad är negativ energibalans och hur uppkommer det? Vilka metaboliska sjuk-

domar förekommer och vilka mätbara metaboliter ändras i koncentration? Finns det metoder för att indikera på NEB? Vilka managementmetoder finns för att förebygga NEB och har det påverkat koncentrationen av metaboliter?

2 Negativ energibalans och metaboliska sjukdomar

Enligt Sjaastad *et al.* (2010) är underhållsbehov den mängden energi som en ko måste få i sig via föda varje dag för att upprätthålla sin kondition. Energitillägg måste göras vid utförande av viss aktivitet, tillväxt, produktion av mjölk och dräktighet. Sjaastad *et al.* (2010) beskriver att kon kan vara i tre olika energifaser: Den första fasen är energibalans vilket betyder att kroppens innehåll av kemisk energi är konstant. Den andra fasen är positiv energibalans vilket betyder att kon tar upp mer kemisk energi från mag- och tarmkanalen än vad som avges i form av värmeenergi, aktivitet och produktion och kommer troligen att ansättas. Den tredje fasen är negativ energibalans som innebär att den mängd energi som utvinns i form av värmeenergi, aktivitet och mjölkproduktion överskrider den energi som tas upp i mag- och tarmkanalen och kon kan gå ner i vikt. Ett standardsätt att skatta energibalansen hos mjölkkor är energiintaget i fodret minus underhållsbehov, näringsbehov för mjölkproduktion, dräktighet och tillväxt (Ntallaris *et al.*, 2017).

En trend i mjölkproduktion är att antalet kor minskar och mjölmängden per ko ökar (Hayirli *et al.*, 2002). Ökad mjölkproduktion per ko har skett på grund av genetiska framsteg samt bättre utfodring och management (Oltencu & Broom, 2010). Dräktigheten påverkar energibalansen då ett ökat krav på energi, protein och mineraler för fosterutveckling sker (Goff & Horst, 1997). I slutet av dräktigheten behöver den dagliga fosterutvecklingen omkring 3,42 MJ av energi, 117 g protein, 10,3 g kalcium, 0,2 g magnesium och 5,4 fosfor. Vid kalvning producerar kon råmjölk som också har en stor energi påverkan på kon då 10 kg råmjölk kräver 45,98 MJ, 140 g protein, 23 g kalcium, 1 g magnesium 9 g fosfor som tillförs via foder eller tas från kroppsreserver (Goff & Horst, 1997).

När mjölkproduktionen sätts igång kring kalvning sker en plötslig ökning av kons näringsbehov. Kon lyckas inte genom foderintag tillgodose den näring som krävs vid hög mjölkproduktion (Goff & Horst, 1997). Vilket styrks genom en stu-

die av Hayirli *et al.* (2002) där konstaterades det att 3 veckor innan kalvning minskade torrsubstansintaget (DMI) med 32,2 %. Effekter som hade störst inverkan på DMI var: vilken dag i dräktigheten kon var, hull, antal laktationer, koncentration av Neutral Detergent Fibre (NDF) och råfett i foder. När DMI minskar får kon inte i sig tillräckligt med näring via födan och då sker mobilisering av triacylglycerol i form av fria fettsyror (NEFA) (Grummer, 1995). I leverns mitokondrier sker en komplett oxidering av NEFA som bildar Acetyl- coenzym A som sedan används i kretslöpet för att utvinna energi (Block & Sanchez, 2000).

2.1 Ketos och fettlever

Om NEFA inte oxideras i leverns mitokondrier sker det en esterifiering till triglycerider (TG) och TG kan sedan inlagras som fett eller frigöras som mycket lågdensitetslipoproteiner (VLDL) (Goff & Horst, 1997). Faktorer som reglerar om en oxidation eller esterifiering av NEFA ska ske är fortfarande oklart (Drackley, 1999). Enligt Goff & Horst (1997) finns det en gräns i hur mycket NEFA som kan oxideras eller omvandlas till VLDL. När gränsen är nådd ackumuleras TG i hepatocyter och förstör deras funktion vilket leder till fettlevversyndrom. Acetyl – coenzym A förs inte vidare till kretslöpet utan konverteras till acetoacetat, acetat och β -hydroxybutyrat (BHB). Dessa ketonkroppar utsöndras via blod, urin och mjölk och kon drabbas av ketos. Kliniska symptom syns efter 10 dagar upp till 3 veckor efter kalvning och kon får sänkt allmäntillstånd, reducerat foderintag och en minskad mjölkproduktion.

Metaboliterna som bildas, BHB och NEFA, kan användas som indikatorer för NEB och detta beskrivs i avsnittet om metoder för att skatta negativ energibalans senare i rapporten.

2.2 Vänstersidig löpmagsförskjutning

Enligt Goff & Horst (1997) förstoras livmodern och tar upp den största delen av buken när kon är dräktig. Livmodern förflyttar sig mot våmmen, vilket hämmar våmmens kapacitet med en tredjedel vid slutet av dräktigheten. När livmodern tar upp den största delen av buken tvingas löpmagen att glida fram till kons vänstrasida. När kalvningen har skett drar sig livmodern tillbaka och under normala förhållanden återvänder löpmagen till sin ursprungsposition. Dock kan en vänstersi-

dig löpmagsförskjutning ske och då glider den nedersta delen av löpmagen under våmmen till vänstra sidan av kon. Detta beror på att våmmen inte har återupptagit sin fulla volym efter att livmodern har återvänt till sin ursprungsposition. Vilket kan hänga ihop med att kon innan kalvning är i NEB och inte har tillräckligt stort torrsubstansintag efter kalvning.

3 Metoder för att skatta negativ energibalans

Enligt Ospina *et al.* (2013) anges specificitet och sensitivitet för att visa hur trovärdigt och säkert ett test är. Sensitivitet indikerar förmågan att identifiera de som har sjukdomen (sann positiv) och specificiteten är förmågan att visa de som inte har sjukdomen (se tabell 1). Test som har både hög specificitet och sensitivitet är optimalt men oftast är det en balansgång. Det finns många olika metaboliter och hormoner som indikatorer på energibalans (Herdt, 2000) men i denna litteraturstudie berörs BHB, NEFA, hullbedömning och fetthalt i mjölk.

Tabell 1. Beskrivning vad specificitet och sensitivitet är och hur det räknas ut. Modifierad från Gunnarsson (2017).

	Gold standard är.....		
	Positiv	Negativ	
Positiva test	a	b	a+ b
Negativa test	c	d	c+ d
Sensitivitet= $a/(a+ c)$		Specificitet= $d/(b+ d)$	

3.1 BHB- och NEFA test

Gränsvärdet för koncentrationen av BHB i blod är 1400 $\mu\text{mol/L}$ och indikerar subklinisk ketos (Otzel, 2004). BHB analyseras i blod för att det är en stabil ketonkropp (Herdt, 2000) och mätningar på individnivå kan utföras via urin och mjölk. Enligt Duffield (2002) ska BHB analyseras efter kalvning då risken är störst att utveckla subklinisk ketos. Prover ska utföras under samma tid på dygnet då BHB har en stor koppling till födointag. Ett mål att sträva efter på besättningsnivå är att ha mindre än 2 kor av 10 högre än 1400 $\mu\text{mol/L}$ under de 2 första veckorna efter kalvning. BHB som testas i blod beskrivs vara kostsamt, kräver arbets-

kraft och provresultaten visas inte direkt (Otzel, 2004). Det finns ett urintest som mäter acetoacetat och heter Ketostix, som har specificitet på 97 % och en sensitivitet på 70 % (Otzel, 2004). Urintest är svårt att utföra på en ko då hon kanske inte urinerar precis när provet ska tas och detta medför mer arbetskraftsbehov än att ta ett mjölkprov. Otzel (2004) påstår att mjölktester har en enorm fördel över urintester då det är mycket lättare att ta ett mjölkprov dock har den här typen av test inte lika hög sensitivitet som urintester.

Den enorma mobiliseringen av NEFA från fettvävnad under dräktighet och efter kalvning har visats vara ett viktigt metabolisk signalement (Bell, 2014). Koncentration av NEFA i blod är en tillförlitlig indikator då den är korrelerad med hastigheten då NEFA frigörs i blodomloppet hos mjölkkor (Bell, 2014). Det finns delade meningar om när detta prov ska utföras och en åsikt är att NEFA- test ska tas en vecka innan kalvning för att se hur mycket av fettreserverna som mobiliseras enligt Duffield (2002). En annan studie av Ospina *et al.* (2010) kollade på kors gränsvärde i serumkoncentration av NEFA och BHB för att förutspå bland annat olika sjukdomar så som löpmagsförskjutning, ketos och metrit. Två grupper av kor deltog, där den första gruppen bestod av dräktiga kor och NEFA- test utfördes. Den andra gruppen hade kalvat och NEFA- samt BHB- test utfördes. Ett gränsvärde för NEFA innan kalvning för att upptäcka någon av de tre sjukdomarna var 0,29 $\mu\text{mol/L}$ och efter kalvning 0,57 $\mu\text{mol/L}$. Om kor har högre koncentration av NEFA i serum kan det vara en koppling till att troligtvis utveckla någon av de tre sjukdomarna. Det var samma gränsvärde för att förutsäga alla de studerade sjukdomarna för BHB vilket var 10 mg/dL. Slutsatsen Ospina *et al.* (2010) gjorde var att NEFA- test innan kalvning och BHB- test efter kalvning var signifikant associerade till utveckling av sjukdomar. Serumkoncentration av NEFA efter kalvning var associerad till risken att utveckla sjukdom under de 30 första dagarna i laktation. Enligt Duffield (2002) har kor i början av laktationen där koncentrationen av NEFA översteg 0,29 $\mu\text{mol/L}$ före kalvning, en tre gånger så stor risk att få ketos och löpmagsförskjutning. NEFA- test är precis som BHB kopplad till födointag därför bör prover tas samma tid på dygnet för att minska missvisande resultat.

Blum *et al.* (1984) gjorde en *in vivo* studie med 18 stycken mjölkkor av olika korsningsraser där medelproduktionen av mjölk låg på 6183 ± 178 kg under 305 dagars laktation. Tre behandlingar med olika foderstater testades och experimentet startade 37 dagar efter kalvning för att studera mönstret av hormoner och metaboliter under 24h hos högmjölkanande kor. Korna utfodrades med olika givor av stärke-kraftfoder och tillsatt foderfett under 7 dagar. Den första behandlingen (LE) bestod av en foderstat med en låg giva energi. Den andra behandlingen (HE) bestod av en foderstat med relativt hög giva energi och den tredje behandlingen (CF) tillsattes 575g kristalliserat fett två gånger per dag med kraftfodret, vilket ökade fodergivans fetthalt med 8- 10 %. LE och HE hade i fodergivan i medel 3 % fett-

halt. Blodprov utfördes för att undersöka hormoner och metaboliter under 24h. Resultatet visade att medelvärdet för BHB var signifikant högre i grupp LE än i CF och HE gruppen. NEFA nivån i LE ökade markant under natten och sjönk genast efter intag av kraftfoder. Medelvärdet av NEFA var högst i LE och lägst i HE. Detta diskuterades av Blum *et al.* (1984) och de menade på att NEFA ökade under natten för att NEFA var kopplat till minskat foderintag. BHB- koncentrationen minskade vid en hög giva energi och tillsatt fett. Denna studie kom fram till att en hög giva med stärkelse och kristalliserat fett gav högre nivåer av glukoshalt i blod och minskad mobilisering av fett.

Från denna studie kan slutsatser dras om att BHB- och NEFA är direkt kopplat till svält, födointag och foderstat.

3.2 BCS

Hullbedömning (BCS) av kor är en metod som är lätt att utföra och inte så kostsam för lantbrukare (Garnsworthy *et al.*, 2006). BCS indikerar vilken nivå av kroppsfettsreserver en ko har och vid tidig laktation mobiliseras dessa för att frigöra energi åt kon vilket kan ske hastigt och medföra fertilitets- och hälsoproblem. Att skatta BCS för att se förändring kan ge en indikation på energibalans (Garnsworthy *et al.*, 2006). När kon är i negativ energibalans och mobiliserar kroppsvävnader kommer det att synas som ett minskat hull.

En ko bör ligga mellan 3,0 och 3,25 i BCS vid kalvning och kor som ligger under dessa värden vid kalvning producerar mindre mjölk och har mindre chans att bli dräktig (Roche *et al.*, 2009). Enligt samma studie påvisades det att kor som har ett högre BCS vid kalvning har ett mindre DMI, producera mindre mjölk och har högre risk att drabbas av metaboliska sjukdomar.

I en retrospektiv och en experimentell studie gjord av Sheehy *et al.* (2017) undersöktes det om hullminskning 15 dagar innan kalvning påverkar den metaboliska statusen. De använde sig av en skala från 1- 5 för hullbedömning och det var en tränad person som gjorde bedömningen. Korna delades upp i två grupper genom att se om korna tappat BCS 15- 0 dagar innan kalvning eller kor som inte tappat BCS. Resultatet visade att minskning av BCS innan kalvning hade en större påverkan på metabolisk status än BCS minskning efter kalvning. Efter kalvning var det en stor skillnad i NEFA och BHB koncentration i blod mellan grupperna. Slutsatsen var att kor som tappar hull 15 dagar innan kalvning har större risk att få hälsoproblem då koncentrationen av NEFA och BHB i blod var högre.

Edmonson *et al.* (1989) gjorde en studie om hullbedömningsskala 1 till 5 där 1 är en undernärdd ko och 5 en väldigt fet ko. De som bedömde var sex stycken personer med olika erfarenhet om hullbedömningsskala. Det visade sig att det inte var

en särskilt stor skillnad mellan de som bedömde helheten på hullet hos korna men att en liten variation i bedömningen skilde sig när vissa delar på kon bedömdes. Detta är ett tillräckligt bra redskap som kan användas för att bedöma hullet och skatta NEB.

Det finns studier som utvecklat tekniska metoder för att mäta BCS som utförs till exempel med värmekamera och 3D tekniker (Halachmi *et al.*, 2008; Anglart, 2010). Detta finns på marknaden idag och verkar ge trovärdiga resultat.

3.3 Fetthalt i mjölk

I en studie gjord av De Vries & Veerkamp (2000) där hypotesen var att mjölmängden och komponenter i mjölk kan vara indikatorer på energibalans hos mjölkkor. Studien har bara använt förstakalvare och vidare studier krävs på andrakalvare och äldre. I studien visades det att fettprocent i mjölk var en bättre indikator än fettmängden och att kvoten mellan fett och protein gav samma korrelation med beräknat NEB som fettprocenten i mjölk därav var fettprocenten den bästa indikatorn för NEB. Författarna visar att en sjunkande fettprocent de första veckorna i laktationen kan indikera på negativ energibalans men många andra studier visar att fetthalten i mjölken stiger hos kor i djup NEB.

4 Förebyggande Managementmetoder

För att minska NEB kan lantbrukaren använda olika managementmetoder för att förebygga och göra övergångsperioden behaglig för kon.

4.1 Begränsad energitillförsel under sinperioden och sinperiodens längd

En ko som har en sinperiod på 8 veckor utfodras med två olika foderstater; en tidig sinperiodsdiet (far- off dry cow diet) som ges de 5 första veckorna och består av foder med låg energidensitet (Rastani *et al.*, 2005). De 3 sista veckorna ges en övergångsperiodsdiet (prefresh transition) som har en högre energidensitet och liknar foderstaten som kon ska ha när laktationen startar för att acklimatisera mikroberna i våmmen (Rastani *et al.*, 2005). I vissa fall kan dessa foderbyten leda till stress och sänkt foderintag som kan leda till NEB.

En studie av Rastani *et al.* (2005) hade syftet att se om olika längd på sinperiod och olika foderstater innan kalvning påverkade energibalansen, metaboliska profilen och laktationen. En *in vivo* studie på 65 Holsteinkor med tre olika behandlingar som var: Behandling 1 hade en sinperiod på 56 dagar och en foderstat med en låg energidensitet till 29 dagar innan kalvning, sedan skedde ett foderbyte till en övergångsperiodsdiet. Denna grupp speglade den traditionella managementmetoden. Behandling 2 hade en sinperiod på 28 dagar med en foderstat med hög energidensitet under hela sinperioden och som också gavs under kommande laktation. Behandling 3 hade ingen planerad sinperiod och en foderstat med en hög energidensitet. Om någon av korna i behandling 3 mjölkade mindre än 2 kg mjölk/ dag samlades de innan kalvning. Efter kalvning fick alla kor en foderstat med hög energidensitet och skillnaden mellan den höga energidensitetsfoderstaten före kalvning och efter kalvning var tillsättning av natriumbikarbonat och en sänkning av vitaminhalten i foderstaten efter kalvning. Korna hade tillgång till foder *at libitum*

och utfodrades som fullfoderblandningar. Resultatet visade att med traditionell utfodring (behandling 1) tappade mer i hull än behandling 2 med kort sinperiod, som i sin tur tappade mer i hull än behandling 3. Energibalansen innan kalvning var bättre i behandling 2 som hade 27,2 MJ/dag jämfört med behandling 1 som hade 20,95 MJ/dag och behandling 3 som hade 22,2 MJ/dag. Det visades att efter kalvning hade behandling 2, 12,15 MJ/dag bättre än behandling 1 i energibalans och behandling 3 hade 20,11 MJ/dag bättre än behandling 2 i energibalans. Det var ingen skillnad innan kalvning mellan grupperna i BHB koncentration men en liten skillnad efter kalvning då behandling 1 hade något högre värden. NEFA- test gjordes för att mäta NEFA koncentration i blodet och den grupp som hade högst koncentration NEFA var behandling 1 och den som hade lägst var behandling 3. Slutsatsen av denna studie var att en kort sinperiod med en foderstat som har hög energidensitet som ges under hela sinperioden och laktationsperioden förbättrade energibalansen i senare laktation. Dessutom om sinperioden helt uteslöts sjönk plasma NEFA, mindre TG ackumulering i levern och en ökad energibalans efter kalvning. Detta kan leda till en minskning av metaboliska sjukdomar efter kalvning. I en annan studie gjord av Pezeshki *et al.* (2008) påvisades det att om en sinperiod förkortades från 49 dagar till 28 dagar minskade NEB.

Enligt Agenäs *et al.* (2003) och Drackley & Guretzky (2007) hade sinkor som överskred sitt energibehov risk att utveckla övervikt och fick då en svårare övergångsperiod och utvecklade djupare NEB. För att sinkor ska kunna äta *ad libitum* utan att överskrida energibehovet utfodrades ett foder med låg energidensitet, vilket innebar en giva med 9 MJ ME/ kg ts (Beever, 2006; Drackley & Guretsky, 2007). För att uppnå en låg energidensitet i fodret så blandades halm av alla spannmålssorter med foder av hög energidensitet så som majsensilage, gräsensilage eller hö av god kvalitet (Drackley & Guretsky, 2007). Fodret mixades till en specifik partikelstorlek som innebar cirka 2 cm för att undvika att sinkorna sorterade ut halmen, därför användes fullfoderblandning (TMR). Hög halm, låg- energi TMR konceptet hade positiva effekter då löpmagsförskjutning minskade med 85 % och ketos med 75 % (Drackley & Guretsky, 2007).

4.2 Tillsatt fett i foderstat

En studie gjord av Grum *et al.* (1996) utfördes på flergångskalvare, Holstein kor med ett BCS på $\leq 3,5$. Tre olika foderstater användes för att bland annat se vilken effekt hög fetthalt i foderstaten och hög kraftfoderandel under sinperioden påverkar lever och fettmetabolismen. En kontrollgrupp utfodrades med hög grovfoderandel, den andra gruppen utfodrades med en liknande foderstat som kontrollgrup-

pen men flytande fett (6,5 % av ts) tillsattes, och den tredje gruppen utfodrades med en hög kraftfoderandel. Alla tre grupper utfodrades med en fullfoderblandning och det visade sig att den grupp som hade en hög fetthalt (6,5 % av ts) i foderstaten under sinperioden minskade i BCS till 2,99 och hade lägre NEFA koncentration i plasma och mindre av ackumulation av totala lipider och triglycerider i levern än de andra två grupperna efter kalvning.

4.3 Längre kalvningsintervall

Enligt Knight (2001) är den genomsnittliga produktiva perioden för en mjölkko 3 år och hon hinner få tre kalvar. Om laktationsperioden utökades till 18 månader istället för 12 månader hinner kon bara få två kalvar under samma period vilket innebär en minskning på en tredjedel av riskfaktorer associerade till kalvningen för kon. En utökad laktationsperiod innebär en mer hållbar mjölkproduktion för kon då det blir en kortare period av NEB i relation till hela laktationen. I en studie gjord av Österman & Bertilsson (2003) testades kalvningsintervall på 12 och 18 månader samt en mjölkkningsfrekvens på 2 eller 3 gånger per dag. Det visades att kor med längre kalvningsintervall inte behövde mjölka mindre utan i kombination med ökad mjölkkningsfrekvens kan åstadkomma en högre mjölmängd per dag och en bättre fertilitet och djurvälstånd. Det finns flera studier (Lehmann *et al.*, 2016; Lehmann *et al.*, 2017) där det undersöktes vilka kor som hade förutsättningar att väljas till ett längre kalvningsintervall och hur mjölmängden och mjölkkomponenter påverkades. Det syns tydligt i dessa studier att laktationskurvan blir mer uthållig på de kor som har ett längre kalvningsintervall eftersom att dräktigheten inte drar ner mjölmängden. Fler studier krävs för att kunna visa att längre kalvningsintervall ger en bättre energibalans och en bättre övergång till sinperiod.

5 Diskussion

Alla mjölkkor hamnar i NEB efter kalvning men vissa individer faller i djupare NEB (De Vries & Veerkamp, 2000) som kan leda till utveckling av metaboliska sjukdomar. Detta medför ekonomiska förluster för lantbrukaren då sänkning av mjölkproduktionen sker. Genom rätta sinläggnings- och övergångsstrategier går det att förebygga negativ energibalans.

En begränsad energitilldelning under sinperioden genom att utfodra en fullfoderblandning med halm och gräsensilage eller majsensilage (Drackley & Guretsky, 2007) hade en positiv inverkan på NEB. Begränsad energitilldelningsstrategin var optimal om allt var hackat ordentligt så att korna inte selekterar foderpartiklar, då behöll de hullet men kunde ändå äta *ad libitum*. Det negativa var om de började selektera foderpartiklar och bara åt av majs- eller gräsensilaget vilket kunde göra att de ökade i hull och risken för NEB blev större (Agenäs *et al.*, 2003). Att tillsätta flytandefett (6,5 % av ts) i en fullfoderblandning under sinperioden, verkade ha en positiv effekt på NEB enligt Grum *et al.* (1996) för att extra energi tillsattes i foderstaten och korna behövde inte mobilisera från sina egna fettreserver. BCS minskade på de kor som fick tillsatt fett i foderstaten under sinperioden (Grum *et al.*, 1996) vilket kan ifrågasättas då korna borde ha tillgång till extra energi. Ett minskat BCS hos de kor med tillsatt fett i foderstaten kan bero på för hög giva av fett som stöds av studien gjord av Hayirli *et al.* (2002) där en stor effekt som påverkade DMI var råfett, och att fullfoderblandning var osmaklig vilket kan minska DMI. Att tappa BCS innan kalvning ökade risken för hälsostörningar enligt Sheehy *et al.* (2017). Att ge en fullfoderblandning med tillsatt fett verkade vara en stor utmaning att få smakrik och aptitlig för kor. Det är viktigt att få en smakrik fullfoderblandning eftersom att vid kalvning bör korna ligga runt 3,0 och 3,25 i BCS (Roche *et al.*, 2009) för att få en god övergångsperiod med minimal risk för att utveckla djup NEB. En likande studie gjordes av Blum *et al.* (1985) med olika behandlingar av fett i foderstat under laktationen. I denna studie utfodrades fettets tillsammans med koncentratet. Det som också borde undersökts i studien var kornas BCS under hela experimentet för att få en ytterligare indikation

på NEB eller att korna ratade fodret så som i studien av Grum *et al.* (1996) och kan då minska i BCS som inte var önskvärt. Både Blum *et al.* (1985) och Grum *et al.* (1996) drog liknande slutsatser om att energibalans var bättre hos de kor som fått tillsatt fett i foderstaten.

Att minska sinperioden till 28 dagar eller inte planera för sinperiod samt att utfodra med ett energitätt foder under hela sinperioden som sedan utfodrades under laktationen har visat sig vara förebyggande mot NEB (Rastani *et al.*, 2005). De kor som inte genomgår någon sinperiod hade en lägre mjölkproduktion och en tendens till ett högre DMI vilket gjorde att de hade en jämnare energibalans och ett stabila BCS liksom de kor som hade en sinperiod på 28 dagar, det som avvek var att de kor med 28 dagars sinperiod producerade mer mjölk. Denna strategi som Rastani *et al.* (2005) presenterar innebar att inget foderbyte gjordes vilket minskade den metaboliska stressen och obalansen i våmmens pH (Goff & Horst, 1997), utveckling av subakut våmacidos (SARA) hämmas därför. Att förespråka att inte planera för någon sinperiod är något som bör tas med försiktighet då andra aspekter måste tas i beaktning så som påverkan på juervävnaden och hur nästkommande laktation påverkas. En sinperiod på 28 dagar kan förespråkas eftersom att det ger en god effekt på energibalansen och att korna producera mer mjölk än de kor som inte har någon sinperiod är ekonomiskt fördelaktigt. För att få en bra övergång till sinperioden och en bättre energibalans så kan ett ökat kalvningsintervall från 12 månader till 18 månader också vara en strategi för att minska NEB (Knight, 2001; Österman & Bertilsson, 2003). Kon får dock en kalv mindre vilket kan vara en förlust för lantbrukaren men det kan också betyda något positivt då kon kan stanna flera år i produktionen eftersom att hon inte behöver slås ut. Kon kommer att ha en mer uthållig laktationskurva vilket gör att när tiden är inne för sinläggning har mjölkproduktionen trappats ner och den metaboliska påfrestningen för kon är inte lika stor vid sinläggning. Detta medför därför en naturligare övergång till sinperiod och mindre risk för NEB.

BHB- test används för att säkerställa om kon har NEB och detta test tas efter kalvning (Otzell, 2004). BHB påverkades starkt av intag av kolhydrater och minskat foderintag vilket är viktigt att veta när provet utförs och om en besättningsutredning sker måste alla kor testas under samma dag och tid. Det negativa med BHB- test som tas i blod eller urin var att det är tids- och arbetskrävande och det positiva med BHB- test var att det kan testas i mjölk vilket var smidigt och resultat visades direkt. Olika gränsvärden kan sättas som övregräns när ett test utförs för att indikera på sjukdom och enligt Otzel (2004) sätts en gräns för BHB i blod på 1400 $\mu\text{mol/L}$ för att indikera subklinisk ketos men andra kan sätta en lägre eller högre gräns vilket kan resultera i fler falskt positiva och falskt negativa tester. NEFA är också en indikator för NEB och kan testas innan och efter kalvning (Otzell, 2004). NEFA utförs genom att analysera blodprov (Herdt, 2000) och provet

sammanställs på labb, vilket kan ta lång tid innan resultat. NEFA är en metabolit som frigörs när mobilisering av fettresurser sker och är därför en mycket stabil indikator för att skatta NEB innan och efter kalvning (Bell, 2014). NEFA- test som tas innan kalvning var signifikant associerade till utveckling av sjukdomar och NEFA- test som utfördes efter kalvning var associerad till risken att utveckla sjukdom under de 30 första dagarna i laktation (Ospina *et al.*, 2010). Studier testar NEFA under laktationen eller sinperioden som till exempel Blum *et al.* (1985) som utför NEFA- test under laktationen, vilket då visade risken för korna i det experimentet att utveckla sjukdom. Det hade varit bättre att utföra NEFA- test innan kalvning för att se vilken nivå av NEFA korna befann sig på och om de redan då hade en ökad risk att utveckla sjukdom. Grum *et al.* (1996) utförde NEFA- test innan kalvning och under laktationen vilket gjorde att korna följdes noggrant under hela övergångsperioden och under laktationen. Ett annat mätredskap som kan användas var fettprocenten i mjölk de första veckorna i laktation enligt De Vries & Veerkamp (2000). Studien omfattar ett stort antal individer och experimentet utförs i flera år (1991- 1997) vilket gör den trovärdig. I denna studie användes en statistisk uträkning av NEB vilket kan vara ett alternativ om det inte är just metaboliterna NEFA eller BHB som ska mätas. Det finns förutsättningar för att fettprocenten i mjölk ska kunna användas som indikator för NEB eftersom att korna i Sverige provmjölkas en gång i månaden och får då ett individuellt resultat av mjölkens sammansättning. Fettprocenten kan följas och kon kan få rätt förebyggande metoder innan kliniks symptom uppkommer och behandling av veterinär krävs. Förutom fettprocenten i mjölk så kan hullbedömning utföras för att påvisa NEB (Garnsworthy *et al.*, 2006). Det negativa kan vara att det krävs en tränad person som gör bedömning (Edmonson *et al.*, 1989) vilket begränsar tillgången på personer som kan utföra BCS då alla kanske inte har den utbildningen. Sheehy *et al.* (2017) utförde sin BCS bedömning med samma person under hela experimentet vilket undviker avvikelser och fel mellan olika personer som bedömer. Enligt Edmonson *et al.* (1989) kan det vara flera personer som bedömer helheten på kon och även om det varierar var det ingen signifikant skillnad mellan bedömarna. Idag finns det högteknologiska mjölkningssystem till exempel: robotar vilket ger möjlighet att använda automatiserad BCS. Automatiserad BCS kan tänkas ge en korrekt bedömning av hullet på kor då kameran bedömer lika och inte gör mänskliga fel.

6 Slutsats

Negativ energibalans uppstår för att den mängd energi som avges i form av värmeenergi, dräktigheter, aktivitet och mjölkproduktion överskrider den energi som tas upp i mag- och tarmkanalen. Mjölkproduktionen per ko har ökat med hjälp av genetiska framsteg, bättre utfodring och management. Vilket har bidragit till metaboliska sjukdomar så som ketos och löpmagsförskjutning.

Metaboliter som ökar i koncentration vid sjukdom är bland annat NEFA och BHB. För att indikera på NEB används metaboliter BHB och NEFA som är de säkraste metaboliterna för skattning av energibalans. Att bedöma BCS på individnivå kan vara ett verktyg för lantbrukaren för att få en indikation på energibalans. När korna är i laktation är fettprocenten i mjölken lägre på de kor som har en stark NEB.

Det finns förebyggande management metoder som enligt forskare förebygger NEB vilket kan vara; förkorta sinperioden, längre kalvningsintervall, begränsad energitilldelning under sinperiod och tillsatt fett i foderstat under sinperioden- och laktations diet.

Referenslista

- Agenäs, S., Burstedt, E., Holtenius, K. (2003). Effects of Feeding Intensity During the Dry period. 1. Feed Intake, Body Weight and Milk Production. *American Dairy Science Association*, vol. 86, ss. 870-882. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73670-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73670-4)
- Anglart, Dorota. (2010). *Automatic estimation of body weight and body condition score in dairy cows using 3D imaging technique*. Sveriges Lantbruks Universitet. Husdjurens utfodring och vård/ Husdjur magisterprogram. Examensarbete, 323.
- Blum, J.W., Jans, F., Moses, W., Fröhli, D., Zemp, M., Wanner, M., Hart, I.C., Thun, R., Keller, U. (1984). Twentyfour- Hour Pattern of Blood Hormone and Metabolic Concentrations in High-Yielding Dairy Cows: Effects of feeding Low or High Amount of Starch, or Crystalline Fat. *Zbl. Vet. Med*, vol. 32, ss. 401-418. DOI: 10.1111/j.1439-0442.1985.tb01957.x
- Block, E., Sanchez, W.K. (2000). Special Nutritional Needs of the Transition Cow. Tillgänglig: <http://www.txanc.org/docs/transitioncow.pdf> 2017-03-29.
- Beever, E.B. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and preformance. *Animal Reproduction Science*, vol. 96, ss. 212-226. DOI:10.1016/j.anireprosci.2006.08.002
- Bell, A.W. (1995). Regulation of Organic Nutrient Metabolism During Transition from Late pregnancy to Early Lactation. *Journal of Animal Science*, vol. 73 ss. 2804-2819. DOI:10.2527/1995.7392804x
- De Vries, M.J., Veerkamp, R.F. (2000). Energy Balance of Dairy Cattle in Relation to Milk Production Variables and Fertility. *Journal of Dairy Science*, vol. 83, ss. 62-69. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74856-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74856-9)
- Drackley, J.K. (1999). Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier?. *Jourana of Dairy Science*, vol. 82, ss. 2259-2273. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3)
- Drackley, J.K., Guretzky, A.J. (2007). Controlled energy diets for dry cows. *Western Dairy Management Conference* (ss. 1-11). Reno, NV, 7-9 mars. Tillgänglig: <ftp://173.183.201.52/inetpub/wwwroot/DairyWeb/Resources/WDMC2007/Drackley.pdf>
- Duffield, T. (2002). Impact, Prevention and monitoring of subclinical ketosis in transition dairy cows. *Minnesota Dairy Health Conference* (ss.35-47). Minnesota, 21 Maj. Tillgänglig: <http://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/108750/1/Duffield.pdf> 2017-03-31
- Edmonson, A.j., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 72, ss. 68-78. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0

- Grummer, R.R. (1995). Impact of Changes in Organic Nutrient Metabolism on Feeding the Transition Dairy Cow. *Journal of Animal Science*, vol. 73, ss. 2820-2833.
DOI:10.2527/1995.7392820x
- Grum, D.E., Drackley, J.K., Younker, R.S., LaCount, D.W., Veenhuizen, J.J. (1996). Nutrition During the Dry Period and Hepatic Lipid Metabolism of Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 79, ss. 1850-1864. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76553-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76553-0)
- Goff, J.P., Horst, R.L. (1997). Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. *Journal of Dairy Science*, vol. 80, ss. 1260-1268.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76055-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7)
- Garnsworthy, P.C., Wiseman, J. (2006). *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham: Nottingham University Press.
- Herd, H.T. (2000). Variability Characteristics and Test Selection In Herslevele Nutritional and Metabolic Profile Testing. *Veterinary clinics of North America: Food Animals Practice*, vol. 16, ss.387-403. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30111-0](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30111-0)
- Hayirli, A., Grummer, R.R., Nordheim, E.V., Crump, P.M. (2002). Animal and Dietary Factors Affecting Feed Intake During the Prefresh Transition Period in Holsteins. *Journal of Dairy Science*. Vol. 85, ss. 3430-3443. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74431-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74431-7)
- Halachmi, I., Polak, P., Roberts, D.J., Klopce, M. (2008). Cow Body Shape and Automation of condition Scoring. *American Dairy Science Association*, vol. 91, ss. 4444-4451.
DOI:10.3168/jds.2007-0785
- Infovoice (2017). Utvärdering av tester. Tillgänglig. <http://infovoice.se/fou/bok/10000036.shtml>.
2017-04-29
- Knight, C.H. (2001). Lactation and gestation in dairy cows: flexibility avoids nutritional extremes. *Proceedings of the Nutrition Science*, vol. 60, ss. 527-537. DOI:10.1079/PNS2001115
- Lehmann, J.O., Mogensen, L., Kristensen, T. (2017). Early lactation production, health, and welfare characteristics of cows selected for extended lactation. *Journal of Dairy Science*. Vol. 100, ss. 1487- 1501. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11162>
- Lehmann, J.O., Fadel, J.G., Mogensen, L., Kristensen, T., Gaillard, C., Kebreab, E. (2016). Effect of calving interval and parity on milk yield per feeding day in Danish commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*. Vol. 99, ss. 621- 633. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9583>
- Ntallaris, T., Humblot, P., Båge, R., Sjunnesson, Y., Dupont, J., Berglund, B. Effects of energy balance profiles on metabolic and reproductive response in Holstein and Swedish Red cows. *The-riogenology*. Vol. 90, ss. 276-283. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.012>
- Olteneacu, P.A., Broom, D.M. (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*, vol. 19, ss. 39-49.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/dairy.pdf 2017-03-29.
- Otzel, G.R. (2004). Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary clinics: Food and animal practice*, vol. 20, ss. 651-674. DOI:10.1016/j.cvfa.2004.06.006
- Ospina, P.A., McArt, J.A., Overton, T.R., Stokol, T., Nydam, D.V. (2013). Using Nonesterified Fatty Acids and β -Hydroxybutyrate Concentration During the Transition Period for Herd-level Monitoring of Increased Risk of Diseases and Decreased Reproductive and Milking Performance. *Vet. Clin. Anim*, vol. 29, ss. 387-412. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.003>
- Ospina, P.A., Nydam, D.V., Stokol, T., Overton, T.R. (2010). Evaluation of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science*, vol. 93, ss. 546- 555.
DOI: 10.3168/jds.2009-2277
- Pezeshki, A., Mehrzad, J., Ghorbani, G.R., De Spiegeleer, B., Collier, R.J., Burvenich, C. (2008). The effect of dry period length reduction to 28 days on the performance of multiparous dairy

- cows in the subsequent lactation. *Canadian Journal Of Animal Science*, vol. 88, ss. 449-456. DOI:10.4141/CJAS08012
- Rastani, R.R., Grummer, R.R., Bertics, S.J., Gumen, A., Wiltbank, M.C. (2005). Reducing Dry-Period Length to Simplify Feeding Transition Cows: Milk Production, Energy Balance and Metabolic Profiles. *Journal of Dairy Science*, vol. 88, ss. 1004-1014. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72768-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72768-5)
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J., Berry, D.P (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. *Journal of Dairy Science*, vol. 92, ss. 5769- 5801. DOI: 10.3168/jds.2009-2431
- Sjaastad, O.V., Sand, O., Hove, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals*. 2. Uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Sheehy, M.R., Fahey, A.G., Aungier, S.P.M., Carter, F., Crowe, M.A., Mulligan, F.J. (2017). A comparison of serum metabolic and production profiles of dairy cows that maintained or lost body condition 15 days before calving. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, ss. 536-547. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11206>
- Växa Sverige. (2016). *Husdjursstatistik 2016*. Uppsala: Växa Sverige. (Bilaga) Tillgänglig: <http://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldre-bilder-och-dokument/husdjursstatistik2016.pdf> (2017-05-04)
- Österman, S., Bertilsson, J. (2003). Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk production and milk composition. *Livestock Production Science*, vol. 82, ss. 139-149. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00036-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00036-8)